

ویژگی‌های سیلوی ذرت در تغذیه دام



گردآوری و ترجمه :
دکتر ناصر علی
دکتر لیدا اوملکی و دکتر الهام جلیبی

ویژگی‌های سیلوی ذرت در تغذیه دام

دکتر لیدا اوملکی
دکتر الهام جلینی

گردآوری و ترجمه :
دکتر ناصر علی

به نام خالق هستی

ذرت علوفه‌ای یکی از مواد غذایی فراوان و اقتصادی مورد استفاده در تغذیه دام می‌باشد. اهمیت عملیات سیلو کردن، داشتن تخمیری مطلوب، نگهداری و حفظ سیلو تا زمان استفاده از آن در تغذیه دام، انگیزه تدوین نوشتاری دیگر به منظور بهبود عملکرد سیلوسازی برای شما عزیزان می‌باشد. امیدواریم این نوشته مختصر مورد استفاده شما عزیزان قرار گرفته و در تهیه سیلویی غنی، سالم و دور از فساد با کمترین افت به شما کمک نماید تا در فصول پیش‌رو با خاطری آسوده علوفه‌ای سالم در اختیار دام خود قرار دهید و از ثمرات پربرکت آن بهره‌گیرید.

با نام خدا کار خود را آغاز کنید و با تلاش و پی‌گیری نکات توصیه‌شده را بکار گیرید تا در ساخت سیلویی سالم موفق باشید. سپاس پروردگار را که روح علم را بر ما گشود تا در زندگی کاری از روشهای علمی استفاده کنیم و از نتیجه تجربه و تلاش و سخت‌کاری دیگر همکارانمان در جهان بهره بگیریم.

با آرزوی موفقیت برای شما
دامپروران عزیز
تابستان ۹۰

به نام پروردگار یکتا

به دلیل نقش سیلوی ذرت در تغذیه دام و همچنین اهمیت روند تهیه، نگهداری، حفظ پایداری و کاهش فساد و افت به طوری که این علوفه با ارزش بدون فساد و با بالاترین ارزش غذایی به مصرف دام برسد، بر آن شدم با استفاده از منابع و تجربیات شخصی و همکاران، نوشتاری کوتاه ولی کاربردی جهت مرور روش صحیح و متداول تهیه سیلو و ویژگی‌های یک سیلوی خوب و پیشگیری از تخمیرات مضر و اتخاذ تدابیر لازم برای حفظ پایداری و خوش خوراکی سیلو تهیه بینم که امیدوارم مورد قبول و استفاده شما عزیزان قرار گیرد.

با سپاس فراوان از همکاران عزیزم که مرا در تهیه این نوشتار تشویق نمودند، بدینوسیله از سرکار خانم دکتر مهتا فرید و سرکار خانم مهندس بیبا علی و جناب آقای مهندس محمد خاکپور که در ویرایش علمی این مجموعه اینجانب را یاری دادند، تشکر می‌نمایم. همچنین از همکاری صمیمانه خانم دکتر لیدا اوملکی و خانم دکتر الهام جلینی در گردآوری و تدوین مجموعه حاضر قدردانی می‌شود.

دکتر ناصر علی

سیلوی ذرت

رشد فصلی علوفهٔ مورد نیاز دام در اکثر نقاط دنیا موجب گردیده که از دیرباز دامداران به دنبال راهکاری برای ذخیره‌سازی مواد غذایی به منظور استفاده در سایر ماه‌های سال باشند. استفاده مستقیم از مرتع، خشک کردن و سیلو کردن، سه راه معمول استفاده از علوفه می‌باشند. امروزه سیلو کردن به عنوان روشی که موجب تامین علوفه در تمام طول سال می‌شود و علاوه در مقایسه با خشک نمودن، موجب حفظ درصد بیشتری از مواد غذایی آن می‌گردد، کاملاً معمول شده است. واژهٔ سیلو (Silo) از ریشهٔ یونانی Siroس به معنای سوراخ یا مخزن درون زمین گرفته شده است. این مخزن‌ها را برای انبار کردن ذرت به کار می‌برده‌اند. مصری‌ها و یونانی‌ها در ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ سال پیش از میلاد مسیح با روش سیلو کردن برای نگهداری مواد خوراکی آشنا بوده‌اند. در شمال اروپا در آغاز قرن هیجدهم، علف را سیلو می‌کرده‌اند ولی سیلو کردن علف از دهه‌های پایانی قرن ۱۹ گسترش یافته است.^۱

تولید سیلو در اصل برای تامین قسمتی و گاه تمام علوفه مورد نیاز گاو شیری و گوشتی صورت می‌گیرد، اما می‌توان از آن در تغذیه گوسفند نیز بهره جست. با وجود استفاده گاه به گاه از سیلو در جیره اسب، این ترکیب غذای مناسبی برای تک سمی‌ها به شمار نمی‌رود.

تعریف سیلو

سیلو حاصل از تخمیر کنترل‌شدهٔ ترکیبات مرطوب بدست می‌آید. این کلمه به جایگاه سیلوسازی نیز گفته می‌شود. عمل تخمیر با تشویق تولید اسید لاکتیک توسط باکتری‌های موجود در علوفهٔ تازه یا افزودن محرک‌های تخمیر مطلوب و یا با محدود نمودن تخمیرهای ناخواسته و افزودن مهار کننده‌های تخمیر نامطلوب (مانند تخمیر بوتیریکی) صورت می‌گیرد. در هر حال تأمین

۱ ماخذ: سیلو، شرکت نیکوتک

شرایط بی‌هوازی برای به دست آمدن محصول سیلویی مرغوب و حفظ آن ضروری می‌باشد.

تقریباً تمامی محصولات کشاورزی را می‌توان به صورت سیلو ذخیره‌سازی نمود؛ اما رایج‌ترین انواع سیلو شامل سیلوی گراس، سیلوی لگومینه (شبدر و یونجه) و سیلوی گیاه کامل غلات به خصوص ذرت علوفه‌ای می‌باشد.

به دلیل بالا بودن میزان هیدرات‌های کربن محلول در آب و همچنین حضور جمعیت فعال میکروب‌های شرکت‌کننده در تخمیر در گیاه ذرت علوفه‌ای، این گیاه ماده اولیه مناسبی برای سیلوکردن به شمار می‌رود. در کشور ما نیز سیلوی گیاه کامل ذرت رایج‌ترین سیلوی مورد استفاده در تغذیه دام است. سیلوی ذرت علوفه‌ای علاوه بر تأمین فیبر مورد نیاز دام، منبع مناسبی از انرژی نیز به شمار می‌رود؛ در حالی که این گیاه از نظر مواد معدنی به خصوص کلسیم فقیر است و برخلاف سیلوی علوفه لگومینه؛ از میزان پروتئین کمتری برخوردار است.

جدول آنالیز سیلوی ذرت (۱۹۸۹ و NRC)

ماده خشک	NEL ^۱	CP ^۲	خاکستر	فیبر خام	ADF ^۳	NDF ^۴	کلسیم	فسفر
۲۹٪	۱/۴ (Mcal/Kg)	۸/۴٪	۷/۲٪	۳۲/۳٪	۳۰٪	۵۳٪	۰/۳۴٪	۰/۱۹٪

کشت ذرت

ذرت گیاهی است از خانواده گرامینه که در نواحی نیمه گرمسیری رشد می‌کند. این گیاه برای رشد، نیاز به خاکی با عمق مناسب و زهکشی شده دارد و خاک‌های سنگین برای رشد این گیاه مناسب نیستند.

۱ Net Energy Lactation

۲ Crude Protein

۳ Acid Detergent Fiber

۴ Neutral Detergent Fiber

کشت ذرت به ترکیب مواد غذایی خاک وابستگی زیادی داشته و استفاده از کودهای مختلف نیتروژنه، فسفات و پتاس تأثیر زیادی در کیفیت محصول برداشت شده دارد. دیگر عوامل موثر بر کشت ذرت شامل گونه ذرت، اسیدیته خاک، میزان منیزیم، گوگرد و عناصر کمیاب موجود در خاک از جمله مس و روی، دمای هوا و شرایط آبیاری در کیفیت محصول موثر می‌باشد. به طور کلی ذرت به دو دسته ذرت علوفه‌ای و ذرت دانه‌ای تقسیم می‌شود. تولید محصول بیشتر در واحد سطح، ماده خشک پایین‌تر و میزان دانه کمتر نسبت به ذرت دانه‌ای از جمله خصوصیات است که موجب گردیده تا از دیرباز ذرت علوفه‌ای برای تهیه سیلو به منظور تغلیف دام، مورد توجه قرار گیرد. امروزه تحقیقات گسترده‌ای بر روی واریته‌های مختلف ذرت به منظور اصلاح آنها برای بهبود سیلوهای تولیدی صورت می‌گیرد.

زمان برداشت ذرت

زمان برداشت ذرت علوفه‌ای نقش مهمی در کیفیت سیلوی حاصله دارد. شرایط جغرافیایی، محل کشت، گونه و میزان ماده خشک کل گیاه، فاکتورهای تعیین‌کننده زمان برداشت می‌باشند. برداشت گیاه با رطوبت بالا (ماده خشک کمتر از ۲۵٪) به دلیل خروج مواد مغذی همراه پساب موجب کاهش ارزش غذایی سیلوی حاصله می‌شود. چنین سیلویی مزه مناسب و مورد پسند دام را ندارد و قند موجود در برگ آن نیز به میزان کافی به صورت نشاسته در دانه ذخیره نشده‌است. افزایش ماده خشک گیاه به بیش از ۳۵ درصد موجب افزایش فیبر آن شده و به این ترتیب مشکلاتی مانند اسفنجی شدن سیلو در هنگام کوبیدن، نفوذ هوا و خطرات بروز تخمیر ناخواسته را به دنبال خواهد داشت. به علاوه رسیده‌بودن بیش از حد ذرت (extreme black layer) موجب کریستالی شدن نشاسته مغز دانه می‌گردد و مشکلات هضمی را به دنبال خواهد داشت.

از دیرباز برای تخمین زمان برداشت ذرت علوفه‌ای، از روش ساده تعیین موقعیت خط شیری در مغز دانه استفاده می‌شود. زمانی که خط شیری به

۱/۳ دانه برسد، بهترین زمان برای شروع برداشت است و باید به گونه‌ای برنامه‌ریزی شود که زمانی که خط شیری به ۲/۳ دانه رسید برداشت به اتمام رسیده باشد.

جدول (۱) آثار منفی برداشت زود هنگام و دیر هنگام ذرت علوفه‌ای بر کیفیت سیلو

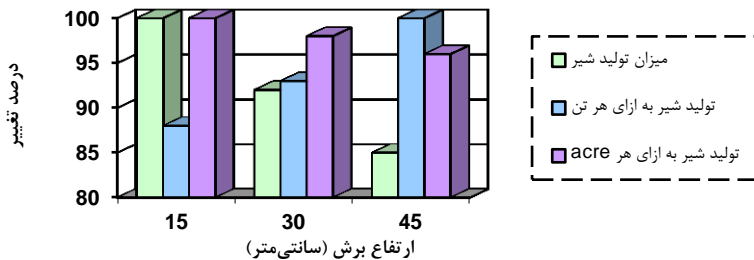
خیلی نارس	خیلی رسیده (black layer)
• ماده خشک پایین	• قابلیت هضم پایین
• قابلیت تخمیر ضعیف	• کریستاله شدن نشاسته
• آماده برای تخمیر	• رطوبت پایین و اشکال در روند کوبیدن که موجب
• رطوبت بالا و خروج	• تولید حرارت، تخریب پروتئین‌ها و کپک‌زدگی می‌شود.
• میزان زیادی از مواد غذایی از طریق پساب	

روش تجربی دیگر در این رابطه، آزمایش سفتی دانه‌ها با ناخن انگشت شست دست می‌باشد. برای این کار ۳ قسمت از خوشه ذرت توسط فشار با ناخن شست مورد بررسی قرار می‌گیرند: دانه‌ها در نوک خوشه باید به نرمی پنیر نرم و در انتهای خوشه باید به سفتی پنیر سفت باشند اما در وسط خوشه، تنها باید بتوان نشانه‌ای از ناخن به جا گذاشت.

براساس مطالعات اخیر، زمان برداشت ذرت علوفه‌ای برای سیلو کردن آن از روی رطوبت کل گیاه تعیین می‌گردد. این کار به دو روش استفاده از فر خشک‌کننده و یا microwave صورت می‌گیرد. از آنجایی که ردیف‌های بیرونی زودتر از ردیف‌های میانی می‌رسند، معمولاً نمونه‌گیری از این ردیف‌ها انجام می‌شود و به این ترتیب فرصت مناسب برای برداشت در اختیار خواهد بود. توصیه می‌شود نمونه‌گیری به محض پدیدار شدن خط شیری آغاز شود. بهترین زمان برداشت گیاه بر این اساس، زمانی است که درصد رطوبت کل گیاه ۶۵-۷۰ درصد (ماده خشک ۳۵-۳۰ درصد) باشد.

ارتفاع برداشت

امروزه مطالعات نشان داده است که افزایش ارتفاع برداشت ذرت از سطح زمین با وجود اینکه میزان برداشت در واحد سطح را کاهش می‌دهد، به دلیل افزایش کیفیت سیلو موجب افزایش تولید شیر می‌شود. بر اساس مطالعه انجام شده در دانشگاه ویسکانسین، با افزایش ارتفاع برش از سطح زمین از ۱۵ سانتیمتر به ۴۵ سانتیمتر، میزان برداشت ذرت در هر جریب کشت (تقریباً معادل ۴۰۰۰ مترمربع) کاهشی معادل ۱۵ درصد خواهد داشت؛ اما به دلیل بالاتر بودن کیفیت سیلو، میزان شیر تولیدی به ازای هر تن در حالت دوم بیشتر است و این امر موجب می‌گردد که شیر تولیدی به ازای هر جریب کشت نیز ۳-۴ درصد افزایش یابد.



نمودار (۱) رابطه بین ارتفاع برش از سطح زمین و تولید شیر

اندازه قطعات

ذرت علوفه‌ای باید به قطعات ۱-۲ سانتیمتری خرد (چاپر) شود. میزان رطوبت گیاه در این مرحله نقش تعیین‌کننده دارد. زمانی که رطوبت گیاه کمتر از حدود توصیه شده باشد، برای بهتر کوبیده شدن آن سعی بر این است که اندازه قطعات به ۱ سانتیمتر نزدیکتر باشد، اما این امر با وجود بهبود روند تخمیر، موجب کاهش فیبر مؤثر سیلو شده و می‌تواند مشکلاتی در روند تخمیر شکمبه ایجاد کند. چنانچه رطوبت محصول بالا و شرایط کوبیدن نامناسب باشد برای بدست آوردن فیبر مؤثر، بهتر است اندازه قطعات خرد

شده به ۲ سانتیمتر نزدیکتر شود. خرد (چاپر) کردن به صورتی که اندازه قطعات بین ۲-۱ سانتیمتر باشند موجب شکستن دانه‌ها و خرد شدن خوشه می‌گردد و در نتیجه قابلیت هضم سیلو افزایش می‌یابد. برای بدست آوردن چنین اندازه‌ای لازم است شماره دستگاه^۱ روی ۳/۸ تا ۱/۴ اینچ (۹/۶۵ - ۳/۵۵ سانتیمتر) تنظیم شود که البته این عدد بسته به کیفیت محصول گاه به ۱۲/۷ سانتیمتر می‌رسد. امروزه در بسیاری از کشورها علاوه بر خرد کردن ذرت علوفه‌ای فرآیند دیگری به نام عمل‌آوری (processing) روی آن انجام می‌شود که در طی آن با عبور دادن گیاه از بین غلتک، خوشه ذرت می‌شکند و دانه آن ترک می‌خورد و به این ترتیب قابلیت دسترسی دام به نشاسته ذرت افزایش می‌یابد. در چنین شرایطی شماره دستگاه روی ۱/۹ سانتیمتر تنظیم می‌شود.

تاثیر خشکی بر کیفیت سیلوی ذرت

از آنجایی که در جریان کشت ذرت از کودهای نیتروژنه برای بهبود رشد استفاده می‌شود، در شرایط خاص محیطی (اعم از شرایط جوی و نوع خاک) ممکن است میزان ذخیره نیتروژن در گیاه افزایش یابد و به بیش از حد عادی برسد. این امر زمانی که گیاه دچار استرس‌های مختلف به خصوص استرس کم آبی می‌شود، بروز می‌نماید. هضم میکروبی در طی روند تخمیر می‌تواند تا حدی موجب کاهش اثر نیترات ذخیره شده گردد، اما این کاهش نمی‌تواند همیشه از آثار منفی تجمع نیترات در گیاه جلوگیری کند و به علاوه در مواردی که به دلیل به پایان رسیدن سیلو، از ذرت سبز به طور ناگهانی و به میزان زیاد در جیره دام استفاده می‌شود نیز این امر مشکل ساز شده و ممکن است موجب مسمومیت با نیترات و بروز سقط در دام شود. در چنین شرایطی باید برداشت محصول را به تعویق انداخت تا گیاه پس از گذراندن دوران خشکی، کمی رشد کند و به این ترتیب مقداری از نیتروژن اضافی را به

^۱ Theoretical cut length

مصرف برساند. از آنجایی که نیتروژن بیشتر در نواحی پایین ساقه تجمع می‌یابد، افزایش ارتفاع برداشت از سطح زمین نیز موجب کاهش غلظت نیترات در سیلو می‌شود. علاوه بر این برداشت ذرت هنگام صبح - به دلیل افزایش غلظت نیترات گیاهان در طول شب - موجب تشدید گرفتاری می‌شود. بنابراین به خصوص در چنین شرایطی توصیه بر برداشت گیاه هنگام عصر می‌باشد.

جایگاه سیلوسازی

جایگاه‌های رایج برای سیلوکردن علوفه به دو دسته زیرزمینی و روزمینی تقسیم می‌شوند. سیلوهای زیرزمینی به صورت گودالی در زمین با طول زیاد و عرض کم با دیواره‌ها و کف بتنی، آجری یا سنگفرش می‌باشد که برای تسهیل در کوبیدن علوفه، پهنای قسمت کف کمتر از پهنای بالا تعبیه می‌شود. در کف این سیلوها شیبی مناسب برای زهکشی پساب علوفه طراحی شده و به علاوه چاهک خروج پساب نیز در نظر گرفته می‌شود.

سیلوهای روزمینی به صورت دایم و یا موقت ساخته می‌شوند. سیلوهای دایم از جنس بتن هستند و از نظر ساختمانی و نحوه استفاده همانندی‌های زیادی با سیلوی گودالی دارند. دیواره و کف این سیلوها باید بدون ترک‌خوردگی باشند و هر گونه آسیب دیدگی احتمالی آن باید قبل از پر کردن سیلو مرمت شود. سیلوهای روزمینی موقت با دیواره‌هایی از پلاستیک یا علوفه بسته‌بندی شده یا دیگر موادی که بتوان از آن به عنوان دیوار موقتی استفاده کرد، ساخته می‌شود. در مورد این سیلوها نیز کف سیلو باید آسفالت و یا بتنی باشد. پس از پر شدن سیلو و کوبیدن، روی آن به خوبی با نایلون پوشیده می‌شود و برای جلوگیری از ورود هوا، کاه‌گل یا لاستیک کهنه ماشین روی سیلو قرار داده می‌شود. بهترین روش پوشاندن سیلوهای دایم این است که دیواره‌های داخلی سیلو هم با پلاستیک‌هایی بلندتر از ارتفاع دیواره پوشانده شوند، به طوری که بتوان اضافه پلاستیک را روی سیلو کشید و سپس پوشش رویی را به طور کامل روی آن انداخت. با این روش نفوذ هوا به سیلو به

حداقل می‌رسد. به منظور پیش‌گیری از تخریب سطحی سیلو می‌توان قبل از پوشاندن سیلو با نایلون روی آن نمک پاشید. میزان نمک مورد استفاده ۳ کیلوگرم به ازای هر مترمربع در سطح سیلو پیشنهاد شده‌است که این میزان در کنارها به ۷ کیلوگرم می‌رسد.

در سیلوهای روزمینی موقت با پوشش پلاستیکی، باید یک سر پلاستیک زیر مواد سیلو شده قرار بگیرد و سیلو اصطلاحاً قنذاق‌پیچ شود. در بعضی از کشورها سیلوهای موقتی به صورت کیسه‌های پلاستیکی بزرگ به طور تجارتي ساخته شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند. نکته مهم در ساخت سیلو این است که سیلوهای کم عرض با طول زیاد به سیلوهای عریض و کوتاه برتری دارند؛ زیرا با مدیریت مناسب بهره‌برداری می‌توان روزانه یک لایه کامل از پیشانی سیلو برداشت کرد و از تخریب سیلوی باقی مانده و اتلاف ماده خشک و انرژی جلوگیری نمود.

فرایند مطلوب تهیه سیلو شامل چهار مرحله است :

۱) مرحله اول پرکردن (مرحله هوازی)

این مرحله پس از برداشت و خردکردن ذرت علوفه‌ای در مزرعه آغاز می‌شود. مشخصه این مرحله حضور اکسیژن و ادامه یافتن تنفس گیاهی تا زمان پایان اکسیژن می‌باشد، به همین جهت به این مرحله هوازی گفته می‌شود. پس از قطع گیاه، علی‌رغم از دست رفتن ساختار گیاهی، مصرف اکسیژن و تنفس توسط سلول‌ها ادامه می‌یابد. این فرایند تنفس گیاهی منجر به تولید دی‌اکسید کربن، آب و گرما از قند می‌گردد. بنابراین فرایند تنفس منتج به از دست دادن ماده خشک و انرژی شده و گرمای تولیدی، دمای علوفه را بالا می‌برد. دمای بالاتر از ۳۲-۲۶ درجه سانتی‌گراد، موجب از دست رفتن مواد مغذی می‌شود.

علاوه بر فرایند تنفس گیاهی که با تبدیل هیدرات‌های کربن ذرت به دی‌اکسید کربن، آب و حرارت موجب کاهش مواد مغذی آن می‌گردد، فعالیت آنزیم‌های گیاهی مانند آنزیم‌های تجزیه‌کننده پروتئین نیز تا پایان حضور

اکسیژن موجب تخریب ناخواسته پروتئین می‌گردد. ۷۵-۹۰ درصد کل نیتروژن گیاه تازه به صورت پروتئین وجود دارد، اما شروع تخریب پروتئین‌ها بلافاصله پس از دروکردن، موجب کاهش سریع بخش پروتئین گیاه می‌شود. دوره هوازی با پایان یافتن اکسیژن سیلو خاتمه می‌یابد. دمای سیلو در این دوره ۱۰-۵ درجه سانتی‌گراد بالا رفته و تا حدی بالا می‌ماند. فعالیت قارچ‌ها و کپک‌های هوازی نیز در طول دوره هوازی انجام می‌گیرد. در صورت خوب کوبیده نشدن سیلو، هوا بین قطعات گیاهی باقی‌مانده و موجب ادامه مرحله هوازی، بالا ماندن دمای سیلو و ادامه فعالیت قارچ‌ها و کپک‌ها و باکتری‌های هوازی می‌گردد. بیشتر میزان تخریب اسیدهای آمینه و پروتئین سیلو توسط فعالیت میکروبی اتفاق می‌افتد تا آنزیم‌های گیاهی. کاهش سریع اسیدیته سیلو موجب کاهش روند تخریب پروتئین می‌گردد.

با توجه به تاثیر منفی اکسیژن بر کیفیت سیلو و به علاوه رشد همزمان قارچ‌ها و باکتری‌های هوازی، هر چه فاصله زمانی بین برداشت ذرت علوفه‌ای و ذخیره‌سازی و کوبیدن کمتر باشد، نتیجه حاصله مناسبتر خواهد بود.

کوبیدن سیلو باید با وسیله‌ای مناسب (تراکتورسنگین یا لودر) و به میزان کافی صورت گیرد. بهتر است هر لایه جدید که روی لایه‌های قبلی اضافه می‌شود، قطری بین ۳۰-۲۵ سانتی‌متر داشته باشد تا به خوبی کوبیده شود. کوبیدن کافی موجب خروج کامل اکسیژن از لایه‌های قطعات گیاه می‌شود و به این ترتیب تنفس گیاهی و رشد میکروارگانیسم‌های هوازی متوقف می‌گردد. باید توجه داشت که فشار ناشی از سنگین‌ترین تراکتورها نیز به بیش از عمق ۶۰-۵۵ سانتی‌متری نفوذ نخواهد کرد. دمای سیلو یک معیار مناسب برای سنجش کفایت کوبیدن است. هر چه کفایت کوبیدن سیلو پایین‌تر باشد، تخمیر هوازی بیشتر می‌شود و دمای سیلو افزایش می‌یابد. از آنجایی که باکتری‌های بی‌هوازی تولیدکننده اسید لاکتیک در حرارت بین ۳۸-۲۶/۵ درجه سانتی‌گراد بهترین فعالیت را دارند، باید سعی کرد که با کوبیدن کافی علوفه، از محبوس شدن هوا در بین قطعات ذرت خردشده و تولید حرارت در اثر تخمیر هوازی پیش‌گیری و به این ترتیب شرایط را برای

حداکثر تولید اسید لاکتیک فراهم نمود. برای ارزیابی دمای سیلو می توان در نقطه‌ای در وسط سیلو حدود ۲۰-۳۰ سانتی‌متر از سیلوی تازه کوبیده شده را کنار زد و با دست حرارت سیلو را سنجید. سیلویی که به خوبی کوبیده شده باشد، گرم نیست.

۲) مرحله دوم (مرحله بی‌هوازی)

سرنوشت سیلوکردن تا حد بسیار زیادی وابسته به ماحصل این فاز تخمیری مهم می‌باشد. قارچ‌ها و باکتری‌های هوازی غالب‌ترین میکروارگانیسم‌های روی گیاه تازه هستند؛ اما زمانی که شرایط بی‌هوازی در سیلو ایجاد شود، باکتری‌های بی‌هوازی جایگزین آنها می‌شوند. در هر گرم علوفه تازه برداشت شده، میزان 10^{10} - 10^7 میکروارگانیسم موجود است که اغلب آنها برای فرایند تهیه سیلو نامطلوبند. بیشتر این ارگانیسم‌ها برای رشد خود نیازمند اکسیژن هستند، بنابراین بستن خوب سیلو با کاهش اکسیژن، رشد این باکتری‌های هوازی را کاهش می‌دهد. باکتری‌های بی‌هوازی شامل باکتری‌های تولیدکننده اسید استیک، باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک، کلسترییدیوم‌ها و انتروباکتری‌ها می‌باشند.

نوع میکروارگانیسم غالب بر تخمیر، ماده اولیه در دسترس میکروارگانیسم و میزان رطوبت گیاه از عوامل کنترل‌کننده تخمیر می‌باشند.

اسید استیک اولین اسیدی است که طی روند تخمیر تولید می‌شود. تولید این اسید موجب کاهش اسیدیته محیط به حد مطلوب برای فعالیت باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک می‌شود. باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک هم در شرایط هوازی و هم در شرایط بی‌هوازی می‌توانند رشد کنند. این باکتری‌ها در حالت طبیعی به تعداد کم روی گیاه وجود دارند، اما پس از درو کردن و خرد کردن گیاه سریعاً تکثیر می‌یابند. این باکتری‌ها، هیدرات‌های کربن محلول در آب موجود در گیاه را جهت تولید اسید لاکتیک به مصرف می‌رسانند. باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک ۲ نوع تخمیر دارند :

۱- تخمیر همولاکتیک : حداکثر حفظ انرژی و ماده خشک (تخمیر مطلوب)

دو مولکول اسید لاکتیک → یک مولکول گلوکز

۲- تخمیر هترولاکتیک : اتلاف ماده خشک و کاهش تولید اسید لاکتیک و PH بالاتر سیلو

دی‌اکسید کربن + اتانول + اسید لاکتیک → یک مولکول گلوکز

همانطور که اکسیژن سیلو محو شده و تخمیر شروع می‌شود، باکتری‌هایی که توانایی زندگی در هر دو شرایط هوازی و بی‌هوازی را دارند، غالب می‌شوند. این گروه شامل انتروباکتری‌ها هستند که می‌توانند قندها را به اسیدهای مختلف (اسید فرمیک، اسید استیک و گاهی اسید بوتیریک)، اتانول، دی‌اکسید کربن و هیدروژن تبدیل کنند. این باکتری‌ها توانایی تخریب اسیدهای آمینه و تبدیل آنها به آمونیاک را نیز دارند. این باکتری‌ها در مراحل اولیه سیلوسازی بیشترین فعالیت را دارند. همانطور که تخمیر پیش می‌رود، قدرت رقابت انتروباکتری‌ها به علت حساسیت به pH های پایین کاهش می‌یابد. رشد این باکتری‌ها زمانی که pH به کمتر از ۴/۵ برسد، متوقف می‌شود؛ با این حال انتروباکتری‌ها جایی که pH به آهستگی پایین می‌آید، برای مثال در سیلوی پزمرده، دوره طولانی‌تری در سیلو باقی مانده و موجب کاهش ارزش غذایی سیلو می‌شوند.

دسته دیگر باکتری‌های موثر بر تخمیر، کلستریدیوم‌ها می‌باشند. منشأ آنها آلودگی خاک کشتزارهاست. این باکتری‌ها تنها در شرایط کاملاً بی‌هوازی رشد می‌کنند و به دو دسته تقسیم می‌شوند :

۱- باکتری‌های ساکارولیتیک

۲- باکتری‌های پروتئولیتیک

کلستریدیوم‌های ساکارولیتیک، اسید لاکتیک و هیدرات‌های کربن موجود در سیلو را به اسید بوتیریک تبدیل می‌کنند و بدین ترتیب موجب افزایش اسیدیته سیلو می‌گردند.

دو مولکول دی‌اکسیدکربن + اسید بوتیریک → دو مولکول اسید لاکتیک
کلستریديوم‌های پروتئولیتیک، اسیدهای آمینه را به انواعی از محصولات
شامل اسید استیک، اسید بوتیریک، آمین‌ها و آمونیاک تبدیل می‌کنند.
تخمیر بوتیریک، تخمیری نامطلوب است که موجب کاهش ماده خشک سیلو
و ایجاد بوی بد در آن می‌شود. برداشت ذرت علوفه‌ای با ماده خشک ۳۰-۳۲
درصد موجب حذف تخمیر کلستریدیایی می‌گردد.

زمانی که سیلو به خوبی کوبیده نشده باشد و حضور هوا جلوی افت سریع
اسیدیته را بگیرد و یا رطوبت ماده اولیه بالا باشد، این دو دسته باکتری‌های
اخیر با فعالیت خود موجب کاهش ارزش سیلو می‌شوند.

بنابراین کاهش سریع اسیدیته سیلو در این مرحله جلوی تخمیر ناخواسته
بوتیریکی و همچنین فعالیت باکتری‌های خانواده انتروباکتریها را می‌گیرد.
استفاده از مواد افزودنی یکی از راه‌های کاهش سریع اسیدیته سیلو است که
در جای خود توضیح داده خواهد شد.

۳) مرحله سوم (مرحله نگهداری و حفاظت سیلو)

این مرحله، مرحله برتری باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک می‌باشد. در
زمان آغاز سیلوکردن pH سیلو ۶/۷ - ۶/۵ می‌باشد. باکتری‌های تولیدکننده
اسید لاکتیک تا زمانی که pH سیلو به ۴/۲ برسد، ادامه می‌یابد. باکتری‌های
تولیدکننده اسید لاکتیک غالباً بی‌هوازی هستند و مقدار کم اکسیژن برای
آنها سمی است. تولید مناسب اسید لاکتیک وابسته به این سه فاکتور
می‌باشد:

۱- تعداد باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک حاضر در زمان سیلوکردن.

۲- حضور میزان کافی قندهای قابل تخمیر

۳- عدم حضور اکسیژن در سیلو

شمار باکتریهای تولیدکننده اسید لاکتیک حاضر در زمان سیلوکردن در هر گرم علوفه تازه از 2×10^7 تا 10^3 متفاوت است. تعداد این باکتریها زمانی که خشک کردن علوفه ۲۴-۴۸ ساعت باشد، در مقایسه با زمانی که خشک کردن کمتر از ۲۴ ساعت باشد، افزایش می‌یابد. همچنین تعداد باکتریهای مولد اسید لاکتیک وقتی دمای خشک کردن علوفه ۲۲-۲۵ درجه سانتی‌گراد باشد، در مقایسه با خشک کردن در دمای ۲۲-۱۸ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد.

حضور باکتریهای مولد اسید لاکتیک موجب کاهش pH سیلو تا حد ۴-۳/۸ می‌شود که محیط را کاملاً اسیدی می‌کند. حضور این باکتریها و تولید اسید لاکتیک موجب تولید سیلویی با طعم مطبوع می‌گردد. باکتریهای مولد اسید لاکتیک به طور طبیعی در کشتزار وجود دارند، ولی تعداد آنها کم است و سوبه قوی نمی‌باشد. استفاده از افزودنی‌های بیولوژیکی که بتواند به هر گرم سیلو مقدار کافی باکتری تولیدکننده اسید لاکتیک برساند، در کیفیت سیلو بسیار مؤثر است.

ویژگیهای سیلوی مناسب عبارتند از :

اسیدیته بین ۴/۲-۳/۸ ؛ اسید لاکتیک ۷-۵ درصد ماده خشک؛ اسید استیک کمتر از ۲/۶ درصد ماده خشک؛ اسید بوتیریک کمتر از ۰/۱ درصد ماده خشک؛ نیتروژن آمونیاکی ۸-۵ درصد نیتروژن کل و اتانول کمتر از ۱ درصد ماده خشک.

معمولاً ۴-۳ هفته پس از پرکردن سیلو اسیدیته مناسب حاصل می‌شود. یک سیلوی خوب را می‌توان تا سالها نگهداری نمود. یک سیلوی خوب محافظت شده، حدود ۱۴ روز پس از تخمیر حاوی ۲-۱/۵ درصد باکتریهای تولیدکننده اسید لاکتیک بوده و pH آن ممکن است بین ۴/۲-۳/۵ باشد و تا هنگام برداشت تغییری در ماده خشک آن پیش نمی‌آید.

۴) مرحله چهارم برداشت و خوراندن سیلو

این مرحله، مرحلهٔ تماس پیشانی سیلو با هوا و آغاز تخمیر هوازی و فساد رویهٔ پیشانی سیلو می‌باشد. شروع رشد کپک‌ها و مخمرها در این مرحله موجب تبدیل قند واسید لاکتیک موجود در سیلو به دی‌اکسید کربن، آب و گرما می‌شود. ممکن است در این مرحله ۲۵-۱۵ درصد ماده خشک از بین برود، به علاوه افزایش اسیدیته سیلو و رشد سایر میکروارگانیسم‌ها موجب افت بیشتر سیلو می‌شود.

قارچ‌ها در خاک و گیاهان به فراوانی وجود دارند و رشد آنها به صورت تک سلولی (مخمرها) و یا مجموعه‌های رشته‌ای چند سلولی (کپک‌ها) می‌باشد. مخمرهایی که در سیلو وجود دارند شامل کاندیدا، ساکارومایسس و ترولوپسیس است که وقتی سیلو در معرض هوا باشد، نقش مهمی در تخریب سیلو دارند. بیشتر کپک‌ها هوازی اجباری هستند و در سطوح سیلو قرار دارند. رشد کپک‌ها به دلیل مضر بودن مایکوتوکسین‌های حاصل از آنها نامطلوب است. کپک‌های مخرب سیلو شامل آسپرژیلوس، فوزاریوم و پنی‌سیلیوم می‌باشند. به حداقل رساندن زمان بین برداشت و خوراندن سیلو، برداشت یکنواخت و از بالا به پایین سیلوی مورد نیاز به طور روزانه (به منظور به حداقل رسیدن نفوذ هوا در آن) و کنار زدن پوشش سیلو به اندازهٔ مصرف روزانه، مهمترین راهکارها برای به حداقل رساندن تولید گرما، رشد قارچ‌ها، تخمیر هوازی و اتلاف سیلو می‌باشند.

در زمان ساخت جایگاه سیلو، باید اندازه دهانه برداشت به اندازه‌ای محاسبه شود که روزانه لایه‌ای به قطر ۲۰-۱۰ سانتی‌متر به طور یکنواخت از تمام سطح برداشت شود. هر چه سطح برداشت سیلو یکنواخت‌تر باشد، تولید گرما کمتر می‌شود.

در طی روند پرکردن سیلو و برداشت آن مقداری از ماده خشک سیلو از دست می‌رود. به همین دلیل معمولاً باید ۱۵-۱۰ درصد سیلو بیشتر از میزان تخمینی مصرف گله در نظر گرفته شود.

اتلاف در مزرعه :

اگر محصول در همان روز درو شدن سیلو شود، میزان اتلاف آن قابل اغماض است. به طوری که حتی اگر فاصله برداشت و سیلو کردن به ۲۴ ساعت برسد تنها ۲-۱ درصد ماده خشک آن از دست می‌رود، اما اگر این فاصله زمانی به ۸-۵ روز برسد حدود ۱۰-۶ درصد ماده خشک علوفه از بین می‌رود.

اتلاف از طریق اکسیداسیون :

در نتیجه عملکرد آنزیم‌های میکروبی و گیاهی بر مواد زمینه‌ای مانند قندها در حضور اکسیژن، آب و دی‌اکسیدکربن تولید می‌شود. در سیلویی که سریع پر و بسته شده‌باشد اکسیژن کمتری به دام می‌افتد و درصد کمی از ماده خشک گیاه از بین می‌رود. تماس ادامه‌دار گیاه با اکسیژن که گاهی در طرفین و رویه سیلو اتفاق می‌افتد موجب تولید مواد غیر قابل خوردن می‌شود. ارزیابی این مواد سطحی می‌تواند گمراه‌کننده باشد زیرا گاه تا ۷۵ درصد ماده خشک آن از بین می‌رود.

اتلاف از طریق تخمیر :

با وجود اینکه در خلال تخمیر، تغییرات بیوشیمیایی قابل توجهی به خصوص بر روی هیدراتهای کربن محلول و پروتئین‌ها اتفاق می‌افتد، اتلاف انرژی و ماده خشک به دنبال فعالیت باکتری‌های تولیدکننده اسیدلاکتیک کم می‌شود. اما در تخمیر کلاسترییدیایی و آنتروباکتریایی به دلیل افزایش گازهای دی‌اکسید کربن و هیدروژن و آمونیاک، ماده غذایی بیشتری از دست می‌رود.

اتلاف از طریق خروج پساب (شیرابه) :

خروج آب از دیواره سلولی علوفه سیلو شده در بیشتر سیلوه‌ها اتفاق می‌افتد و مایع با مواد غذایی محلول در آن از سیلو خارج می‌شود. خروج پساب، چهار روز پس از پر کردن سیلو به حداکثر خود می‌رسد. میزان پساب خروجی از

سیلو تا حد زیادی به رطوبت اولیه گیاه بستگی دارد و بهتر است که رطوبت سیلو به اندازه‌ای باشد که پساب نداشته باشد. بدون پوشش رها شدن سیلو و قرار گرفتن آن در معرض بارش شدید باران موجب افزایش خروج مواد غذایی به این طریق می‌شود. پساب حاوی انواع قند، ترکیبات محلول نیتروژنی، مواد معدنی و اسیدهای تخمیری است که همه آنها ارزش غذایی بالایی دارند. گیاهانی که با ماده خشک ۱۵ درصد سیلو می‌شوند حدود ۱۰ درصد ماده خشک خود را از طریق پساب از دست می‌دهند.

بوی سیلاژ

بوی سیلاژ گویای کیفیت تخمیر است :

- بوی اندک و ملایم : تخمیر خوب همولاکتیک، سیلوی خوشمزه.
- بوی تند سرکه : تخمیر هترولاکتیک و تولید اسید استیک، اتلاف ماده خشک سیلو و طعم ناخوشایند.
- بوی شیرین : سیلاژ با بوی الکل از تخمیر قارچی، کیفیت پایین و ارزش غذایی پایین.
- بوی لجن : مانند بوی ماهی گندیده، تخمیر کلستریدیایی و اسید بوتیریک، سیلوی بد مزه.
- بوی سوخته، اما شیرین : پروتئین سیلو شکسته و از بین رفته‌است.

افزودنی‌های سیلو^۱

افزودنی‌های سیلو موادی هستند که با کمک به فرایند تخمیر، موجب بهبود کیفیت سیلو می‌شوند. در سالهای اخیر مطالعات زیادی روی فاکتورهای مؤثر در کیفیت سیلوی علوفه انجام شده است. یک نتیجه کلی از این فعالیت‌ها، کمتر بودن ارزش غذایی سیلوی علوفه در مقایسه با خود علوفه است که بخشی در اثر عوامل جدا شونده از علوفه و بخشی در اثر عوامل مضر ناشی از فرآیند سیلو کردن می‌باشد. این کاهش ارزش غذایی یکی از دلایل استفاده از افزودنی‌های سیلو می‌باشد که موجب تخمیر مطلوب سیلو و تولید محصول نهایی با ارزش غذایی بالا می‌شود.

برای افزایش احتمال رسیدن به تخمیر پایدار و مناسب، سیلویی با ارزش غذایی بالا و با کمترین کاهش مواد مغذی به موجب سیلوکردن^۲، افزودنی‌های سیلو به طور وسیع، خصوصاً در مواد سیلویی با ماده خشک پایین، استفاده می‌شوند. هدف اولیه کاربرد افزودنی در علوفه با ماده خشک پایین، اطمینان از غلبه تخمیر باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک برای رسیدن به سیلویی خوب از طریق حصول pH پایین و پایدار در سیلو ظرف کمترین زمان می‌باشد. قبل از پذیرفته شدن افزودنی برای مصرف در سیلو، باید ثابت شود که برای حیوانات غیر سمی بوده و اثر منفی در تخمیر شکمبه ندارد. هدف اصلی استفاده از افزودنی‌های سیلو تقویت سریع کاهش pH آن از طریق تولید اسید لاکتیک است. در واقع تخمیر هومولاکتیک که سبب تولید اسید لاکتیک می‌شود بهترین تخمیری است که در سیلو اتفاق می‌افتد و سبب حفظ و بهسازی انرژی و ماده خشک می‌شود.

افزودنی‌های سیلویی در ۴ گروه طبقه‌بندی می‌شود:

۱) **مانعت‌کننده‌های تخمیر:** که به شکل جزیبی یا کامل رشد باکتریایی را محدود می‌کنند.

۱ Silage additives

۲ Ensiling losses

۲) **ممانعت‌کننده‌های تخریب هوازی:** برای جلوگیری از تخریب سیلو زمانی که سیلو باز شده یا هنگام استفاده از سیلو.

۳) **مواد مغذی:** برای بالا بردن ارزش غذایی علوفه، در حین سیلو کردن به سیلو اضافه می‌شوند.

۴) **محرك‌های تخمیر:** برای تشویق تخمیر اسید لاکتیک به سیلو افزوده می‌شوند.

۱- ممانعت‌کننده‌های تخمیر

افزودن مستقیم اسیدها به علوفه بلافاصله پس از برداشت، با کاهش دادن سریع pH محصول، می‌تواند به طور جزئی یا کامل رشد میکروبی در سیلو را محدود کند. این کار در به حداقل رساندن کاهش مواد مغذی سودمند است. ممانعت‌کننده‌های تخمیر مشهور، غالباً اسیدها از جمله اسید فرمیک و اسید سولفوریک هستند. در استفاده این ترکیبات باید دقت زیادی صورت بگیرد و در صورت عدم دقت، بکاربردن این ترکیبات می‌تواند خطرناک باشد.

۱-۱- اسید سولفوریک

مطالعه‌ای که به منظور ارزیابی تاثیر استفاده از اسیدهای معدنی بر کیفیت سیلو شد، نشان داد اسید سولفوریک به شدت خورنده بوده و بازده جذب در حیوانات مصرف‌کننده سیلوی حاصله اغلب کاهش نشان داد. به کارگیری چنین سیلو‌هایی همراه با کاهش مس کبد بوده است. البته این مشکل با مس اضافه شده به اسید سولفوریک می‌تواند حل شود.

۱-۲- اسید پروپیونیک

استفاده از اسید پروپیونیک به عنوان ممانعت‌کننده تخمیر، به دلیل اثر ضد قارچی و حفاظت از کربوهیدرات‌های محلول در آب و پروتئین مناسب

می‌باشد. همچنین این اسید تشکیل ازت آمونیاکی را کاهش داده و مانع از افزایش دما در علوفه غلات سیلو شده می‌گردد. به علاوه رشد باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک را تحریک کرده و جذب ماده خشک سیلوی ذرت را افزایش می‌دهد. این افزودنی احتمالاً ارزش بالایی در سیلو کردن علوفه با ماده خشک بالا که فشرده کردن آنها در سیلو مشکل است، دارد و احتمالاً قادر به تحمل برخی کپک‌زدگی‌ها و تنفس بالا می‌باشد.

در میان اسیدهای چرب زنجیر کوتاه، اسید پروپیونیک بالاترین فعالیت ضدقارچی را دارا می‌باشد. اثر ضدقارچی اسید پروپیونیک با کاهش pH افزایش می‌یابد. از آنجایی که اسید پروپیونیک خورنده است، نمک‌های آن مانند پروپیونیک کلسیم، سدیم و آمونیوم بیشتر استفاده می‌شوند. هر چه نمک اسید پروپیونات حلالیت بیشتری داشته باشد، تأثیر ضد قارچی آن بیشتر است، که در این بین آمونیوم پروپیونات محلول تر از بقیه می‌باشد.

۳-۱- اسید فرمیک

اسید فرمیک قوی‌ترین اسید چرب زنجیر کوتاه است و pH محصول سیلو شده را به ۴٪ کاهش خواهد داد. تأثیر اسید فرمیک به عنوان افزودنی سیلو بررسی شده و اکنون در سطح وسیعی به عنوان افزودنی سیلو و اغلب به عنوان استاندارد برای مقایسه دیگر افزودنی‌ها استفاده می‌شود. اسید فرمیک به علت داشتن دو خصوصیت مؤثر است: کاهش دادن pH سیلو و فعالیت ضدباکتریایی انتخابی (ناشی از فعالیت غیرتجزیه‌ای اسید). این اسید با کاهش سریع pH فعالیت کلستریدیایی را محدود می‌کند. مخمرهایی یافت شده‌اند که به اسید فرمیک مقاوم می‌باشند؛ همچنین انترباکتریها و باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک نیز نسبت به این اسید نسبتاً مقاومند و در حضور آن به فعالیت خود ادامه می‌دهند. در نتیجه pH سیلو علاوه بر اثر خود اسید با فعالیت طبیعی میکروبی به ۴٪ کاهش می‌یابد.

۴-۱- فرمالدئید^۱

فرمالدئید تخمیر سیلو را محدود کرده و با پروتئین‌های گیاهی پیوند تشکیل می‌دهد، در نتیجه میزان شکست پروتئین هم در سیلو و هم در شکمبه پس از تغذیه کاهش می‌یابد. بکارگیری در مقادیر بالای فرمالدئید جذب سیلو را کاهش داده و مقادیر پایین آن محرک رشد ارگانسیم‌های نامطلوب از قبیل کلستریدیوم‌ها و در نتیجه تولید سیلو با مقادیر بالای اسید بوتیریک می‌باشد. افزودنی‌های حاوی هر دو اسید فرمیک و فرمالدئید به وفور استفاده می‌شوند. این مواد از شکستن پروتئین‌ها جلوگیری کرده و بکارگیری هر دو محدودیت جذب گوارشی ناشی از بکارگیری فرمالدئید تنها را کاهش می‌دهد.

۲- ممانعت‌کننده‌های تخریب هوازی^۲

هدف از اضافه کردن این مواد جلوگیری از تخریب سیلو هنگام باز شدن سیلو می‌باشد. تخریب هوازی مشکل ویژه سیلوهای دارای ارزش غذایی بالا و سیلوهای با استعمال افزودنی است. سیلوی علوفه کامل غلات به دلیل مقادیر بالای کربوهیدرات‌ها که سریعاً توسط میکروارگانسیم‌های هوازی مصرف می‌شود، نسبت به سیلوی گراس، بیشتر مستعد تخریب هوازی می‌باشد. مخمرها، قارچها و کپکها، میکروارگانسیم‌های اصلی مسئول تخریب هوازی هستند؛ اما مطالعات نشان داده‌است که باکتری‌های تولیدکننده اسید استیک قادر به شروع تخریب هوازی سیلوی ذرت علوفه‌ای با و یا بدون حضور مخمرها هستند.

افزودنی‌ها می‌توانند برای کاهش تخریب هوازی مصرف شوند. باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک به عنوان ممانعت کننده تخریب هوازی طبقه‌بندی شده‌اند. این باکتری‌ها قادرند از فعالیت مخمرها در سیلو

^۱ Formaldehyde

^۲ Aerobic deterioration

طی فازهای هوازی و بی‌هوازی ممانعت نمایند. استات تولید شده توسط باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک ممانعت کننده فعالیت مخمرها است و در نتیجه تخریب هوازی را کاهش می‌دهد.

به خاطر خصوصیات ضدباکتریایی، سیلوهای تیمار شده با اسید فرمیک نسبت به سیلوهای تیمار شده با باکتریها که مستعد تخریب هستند، در برخورد با هوا مقاوم‌ترند.

اسید پروپیونیک به عنوان ممانعت کننده تخریب هوازی با بیشترین پتانسیل اثر در سیلو مطرح شده‌است. در صورت مصرف به میزان ۳-۱/۲۵٪ ماده خشک، این اسید مؤثرترین افزودنی محافظت کننده بر ضد تخریب هوازی در سیلوی ذرت می‌باشد. دیگر مواد از قبیل اوره، آمونیاک، آمونیوم ایزوبوتیرات، برخی آنتی بیوتیک‌ها و اسیدهای ایزووالیک و کاپروئیک و اسید سوربیک هم به عنوان ممانعت کننده‌های بالقوه تخریب هوایی استفاده شده‌اند.

۳- مواد مغذی^۱

دلیل اضافه کردن مواد مغذی به مواد سیلو شده، افزایش ارزش خوراکی سیلو با افزایش رسیدن مواد مغذی خاص به حیوانات مصرف کننده سیلو می‌باشد. افزودنی‌های بیان شده تحت عنوان محرک‌های تخمیر می‌توانند جزو این دسته باشند. ترکیبات ازت دار و مواد معدنی هم می‌توانند در این دسته طبقه بندی شوند. ترکیباتی مانند ملاس و آرد جو به دلیل داشتن مقادیر بالای هیدرات‌های کربن غیر ساختمانی که ماده اولیه تخمیر به شمار می‌روند، موجب افزایش ماده خشک محصول و تسریع تخمیر می‌شوند. از آنجایی که ذرت حاوی میزان بالایی هیدرات‌های کربن قابل تخمیر می‌باشد، این ترکیبات تأثیر زیادی بر روند تخمیر ندارند، در حالیکه افزودن آنها به علوفه و یونجه در هنگام سیلوسازی موجب بهبود تخمیر می‌شود.

^۱ Nutrient

اوره و آمونیاک را نیز می‌توان برای افزایش پروتئین خام سیلو به آن اضافه نمود. از آنجایی که ذرت در مقایسه با علوفه خانواده لگومینه پروتئین کمتری دارد، افزودن ترکیبات نیتروژن غیر پروتئینی به آن در مقایسه با افزودن این ترکیبات به علوفه خانواده لگومینه، سودمندتر است. استفاده از چنین ترکیباتی موجب کاهش تجزیه پروتئین‌های ذرت در طی تخمیر می‌شود و در نتیجه پروتئین گیاهی حقیقی بیشتری باقی می‌ماند و درصد پروتئین عبوری سیلو افزایش می‌یابد. در این میان تاثیر آمونیاک از همه بیشتر است. توجه به این نکته ضروری است که پخش نشدن مناسب و یکنواخت اوره موجب دسترسی برخی از دام‌ها به اوره اضافه و خطر بروز مسمومیت با اوره می‌شود. مواد معدنی مانند کلسیم، فسفر، گوگرد و منیزیم را نیز می‌توان هنگام سیلوکردن به علوفه افزود. استفاده از این مواد می‌تواند در شرایطی که سیلو تنها غذای موجود برای دام می‌باشد، برای رفع کمبود مواد معدنی سیلو و تامین نیاز دام مفید باشد.

۴- محرک‌های تخمیر^۱

این افزودنی‌ها می‌توانند به سه گروه تقسیم شوند :

الف) منابع سرشار از کربوهیدرات برای رشد باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک.

ب) آنزیم‌ها جهت فراهم کردن بستر مناسب تخمیر.

ج) افزودنی‌های باکتریایی برای سرعت بخشیدن تخمیر سیلو.

به منظور فراهم کردن انرژی در دسترس و افزایش ماندگاری باکتری‌هایی که به محصول در حال سیلو شدن اضافه شده‌اند، ترکیبی از کشت باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک و منبع کربوهیدرات نیز می‌تواند به سیلو اضافه شود.

^۱ Fermentation stimulants

الف) منابع کربوهیدرات

منابع کربوهیدرات قابل استفاده به عنوان محرک تخمیر در تهیه سیلو عبارتند از : قندها، ملاس‌ها، غلات، آب پنیر، تفاله مرکبات، تفاله چغندر. افزودن قندها در سیلو، شمار باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک را در محصول سیلو شده، خصوصاً آنهایی که پتانسیل تولید اسید لاکتیک بالایی دارند، افزایش می‌دهد. از آنجایی که برخی از ترکیبات فروکتوز و ساکاروز تبدیل به مانتیول می‌شوند (ترکیبی طبیعی بدون اثر بر pH)، گلوکز به عنوان قند افزودنی، مناسب‌ترین است. ملاس اغلب به عنوان منبع غنی و ارزان قندها (بیشتر سوکروز) استفاده می‌شود. مطالعات نشان می‌دهد مخلوط کردن غلات^۱ با گراس^۲ قبل از سیلو کردن احتمالاً می‌تواند از خوراک‌دهی با غلات به عنوان مکمل مؤثرتر باشد. نشاسته بستر مناسب و قابل دسترس برای باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک به شمار نمی‌رود. آب پنیر دارای محتوای لاکتوز حدود ۴۴ گرم در کیلوگرم است و می‌تواند توسط شماری از باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک تخمیر شود، اما به علت این که منبع قندی بسیار رقیقی می‌باشد، آب پنیر هواخشک با موفقیت در شماری از مطالعات سیلویی استفاده شده است. تفاله چغندر هواخشک و تفاله‌های مرکبات به عنوان افزودنی سیلو برای افزایش محتوای ماده خشک محصولات خیلی مرطوب سیلویی در شماری از مطالعات، استفاده شده‌اند. شیره تفاله چغندر به علت محتوای قندی آن ترجیح دارد و به عنوان افزودنی سیلو نسبت به محصولات حبوبات مفیدتر می‌باشد.

ب) آنزیم‌ها

در سال‌های اخیر آنزیم‌ها اساساً برای تبدیل فیبرها به کربوهیدرات‌های محلول جهت استفاده باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک

۱ Cereals

۲ Grass

- به علت این که این ارگانیسیم‌ها قادر به استفاده از فیبر به عنوان یک منبع انرژی جهت ساخت اسید لاکتیک نمی‌باشند - به سیلو اضافه می‌شوند. آنزیم‌ها (گزیلاناز و سلولاز) اغلب کربوهیدرات‌های ساختمانی گیاهی را به منظور آزادسازی قندهای محلول که می‌توانند توسط باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک مصرف شوند، می‌شکنند. مزیت دیگر آنها بهبود قابلیت دسترسی به مواد مغذی، هنگام خوراک دهی سیلو، از طریق تجزیه جزئی ترکیبات فیبری سیلو می‌باشد. افزودن آنزیم‌ها در صورتیکه همراه با یک اسید آلی محدودکننده تخمیر و ایجاد کننده pH مناسب برای فعالیت آنزیم به کار روند، می‌تواند مؤثرتر باشد. همچنین مصرف بهتر مواد قابل تخمیر آزاد شده توسط آنزیم‌ها، وقتی آنزیم‌ها همراه با یک مایه باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک به سیلو اضافه شوند، مشاهده شده است.

ج) افزودنی‌های باکتریایی سیلو

استفاده از باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک به عنوان افزودنی به سیلو از سال ۱۹۶۰ با بهره‌گیری از آنها در جهت ایجاد pH مطلوب و روند تخمیر مناسب آغاز شد. میکرو ارگانیسیم‌هایی که همولاکتیک نیستند، به عنوان افزودنی‌های سیلو خصوصاً برای بهبود پایداری هوایی به کار می‌روند. برای مثال پروپیونی‌باکتری‌ها قادر به تبدیل اسید لاکتیک و گلوکز به اسید استیک و پروپیونیک می‌باشند که اثر ضدقارچی بیشتری نسبت به اسید لاکتیک دارند. لاکتوباسیل‌های هترولاکتیک ممکن است به عنوان مایه‌های باکتریایی مفید باشند.

روشهای کاربرد افزودنی‌های باکتریایی سیلو

اغلب مایه‌های باکتریایی به شکل پودر یا گرانول در دسترس هستند. مایه‌های به شکل خشک اغلب مخلوط با کربنات کلسیم (سنگ آهک)، شیرخشک خامه گرفته، سوکروز یا دیگر حامل‌ها به کار می‌روند. این محصولات می‌توانند با دست یا وسایل مورد توصیه کارخانه به کار روند.

مایه‌ها می‌توانند درست قبل از استفاده برای تبدیل از شکل پودر به مایع با آب مخلوط شوند. یک شیوه خوب، استفاده از آب‌پاش‌های مدرج برای اسپری مایه می‌باشد. مایه‌های مصرف نشده بعد از گذشت ۲۴ تا ۴۸ ساعت به خاطر کاهش شمار باکتری‌ها نباید استفاده شوند.

مایه‌های باکتریایی می‌توانند در محل‌های گوناگون به علوفه اضافه شوند؛ با این حال، افزودن مایه به سیلو در دستگاه خرد کننده علوفه، به سبب افزایش زمان تماس میکروارگانسیم‌ها با مواد قابل تخمیر بیشتر توصیه می‌شود. انداختن یک قوطی (ساشه) مایه خشک در علوفه و امید به پخش آن عمل قابل قبولی نیست. مایه‌ها می‌توانند در فرم مایع یا جامد به سیلو اضافه شوند. در سیلوهای با ماده خشک بالا (بیش از ۴۵٪ ماده خشک) استفاده از فرم مایع ترجیح دارد، زیرا رطوبت پایین این سیلوه‌ها تخمیر را محدود می‌کند. مایه‌های افزوده شده به شکل مایع ممکن است مزیت‌های بیشتری داشته باشند، زیرا باکتری‌ها با رطوبت خودشان برای کمک به افزایش سرعت تخمیر افزوده شده‌اند.

روش نگهداری یک جنبه مهم از مایه‌های با کیفیت بالا که حاوی میکروارگانسیم‌های زنده می‌باشد. برخی مایه‌ها نیازمند یخچال یا فریز شدن برای نگهداری مناسب هستند. آنهایی که نیازمند دماهای سرد برای ذخیره‌سازی نیستند بهتر است در جای خشک، خنک و دور از اشعه آفتاب نگهداری شوند. رطوبت، اکسیژن و اشعه خورشید می‌توانند پایداری افزودنیهای باکتریایی و در نتیجه تعداد باکتری‌های قادر به ادامه حیات را کاهش دهند و عملکرد کالا با مشخصات مندرج روی محصول همخوان نشود. بسته‌های باز شده مایه‌ها باید با سرعت هرچه بیشتر استفاده شوند و اگر تمامی آن مصرف نشد، برای فصل بعد استفاده نشوند.

افزودنیهای باکتریایی باید به تعداد کافی باکتری داشته باشند تا به شکل مؤثری تخمیر را غالبیت دهند. برای بدست آوردن بهترین عملکرد باید به دستورات کارخانه سازنده که مطابق با فرمولاسیون خاص هر محصول ارائه می‌شود، دقت کرد.

عوامل موثر بر کیفیت سیلو

فاکتورهای مؤثر بر کیفیت سیلوهای تولیدی شامل فعالیت و ترکیب فلور میکروبی غالب، ویژگی‌های علوفه از قبیل محتوای کربوهیدرات‌های محلول در آب، ظرفیت بافری و درصد ماده خشک، فراهم سازی شرایط بی‌هوازی و میزان و سرعت کاهش pH می‌باشد که در بخش های ذیل شرح داده می‌شود :

۱- فلور میکروبی سیلو

شمار مختلفی از گونه‌های باکتریایی می‌توانند در تخمیر شریک باشند. اغلب باکتریهای مطلوب متعلق به باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک هستند که شامل گونه‌های لاکتوباسیلوس، انتروکوکوکس، لاکونوستوک و پدیوکوکوس می‌باشند. باکتری‌های نامطلوب شامل گونه‌های انتروباکتريا و کلستریديا هستند.

در مواد تازه باکتریها و قارچهای هوازی غالبیت دارند، اما با پیشرفت شرایط بی‌هوازی، جمعیت و نوع باکتریها تغییر می‌کنند. در نهایت با غالبیت باکتری‌های مولد اسید لاکتیک، pH تا ۴ تقلیل یافته و شرایط محافظت سیلو فراهم می‌شود. تخمیر مطلوب در زمان غالبیت باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک رخ می‌دهد؛ این شرایط زمانی حاصل می‌شود که همراه علوفه تازه میزان کافی باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک وجود داشته باشند.

۲- کربوهیدرات‌های محلول در آب

برای تخمیر سریع و رسیدن به pH پایدار در سیلو به میزان کافی به کربوهیدرات‌های محلول در آب نیاز است. مقادیر بالای کربوهیدرات‌های محلول در آب موجود در علوفه سیلو شونده، فعالیت باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک را تشویق می‌کند؛ در حالی که مقادیر پایین کربوهیدرات‌های محلول در آب فعالیت کلستریديایی را تقویت می‌کند. مواد اولیه اصلی برای تخمیر باکتریایی، کربوهیدرات‌های محلول در آب هستند که می‌توانند در از ۵ تا ۳۰۰

گرم در کیلوگرم ماده خشک متفاوت باشند. گلوکز، فروکتوز، ساکاروز و فروکتانها ترکیبات اصلی کربوهیدراتهای محلول در آب در علوفه می‌باشند. علاوه بر اختلاف میان گونه‌های مختلف گیاهی، فاکتورهای اصلی مؤثر بر مقدار کربوهیدراتهای محلول در آب، اختلاف میان موجودات ذره‌بینی خاکهای زراعی، مرحله رشد، روز، شدت روشنایی، دما و استفاده از کود می‌باشد. شکستن پلی‌ساکاریدهای علوفه در طول سیلو کردن منبع دیگر کربوهیدراتهای محلول در آب است و ممکن است نقش قابل توجهی در سیلو کردن داشته باشند که احتمالاً این دلیل بیشتر بودن کربوهیدراتهای محلول در آب رسوبی در برخی سیلوها نسبت به علوفه طبیعی می‌باشد.

۳- ظرفیت بافری

ظرفیت بافری گیاهان عبارت از توانایی آنها در مقاومت در برابر تغییرات pH می‌باشد. اگر علوفه خیلی مرطوب باشد و ظرفیت بافری خیلی بالا داشته باشد، سیلوی حاصل کیفیت پایینی خواهد داشت. اگر ظرفیت بافری علوفه سیلو شده بالا باشد، نیاز به تولید اسیدهای تخمیری بیشتری برای رسیدن به pH مطلوب داشته و طول دوره تخمیر، همراه با کاهش مواد اولیه افزایش می‌یابد. ظرفیت بافری حیوانات نسبت به غلات بالاتر است.

اسیدهای آلی (اسید مالیک، سوکسینیک، مانولیک و گلیسیریک) در علوفه‌ها مسئول اصلی ظرفیت بافری هستند، در فرآیند سیلو کردن، این اسیدهای آلی توسط باکتریها به اسیدهایی با ظرفیت بافری قوی‌تر تبدیل می‌شوند. این جایگزینی باعث افزایش ظرفیت بافری علوفه تا چند برابر می‌شود. پروتئین‌های گیاهی نیز ظرفیت بافری سیلو را افزایش می‌دهند شرایط محیطی از دیگر عواملی است که ظرفیت بافری علوفه‌ها را متأثر می‌کند. یونجه^۱ چین اول دارای ظرفیت بافری بالاتری نسبت به یونجه چین دوم یا سوم است، در حالی که روند معکوس در مورد برخی گرس‌ها وجود دارد ظرفیت بافری علوفه چاودار^۱ با بلوغ کاهش می‌یابد.

^۱ Ryegrass

۴. ماده خشک

به طور کلی محتوای رطوبت پایین‌تر در محصول، موجب pH بالاتر در فاز پایدار و نگهداری سیلو می‌شود. اسیدهای آلی در فرآیند پژمردگی از دست می‌روند و این امر با کاهش ظرفیت بافری گیاهان موجب بهبود فرآیند سیلو کردن می‌شود. این فاکتور یکی از دلایل سودمندی پلاسیده کردن علوفه در محصولات حاوی کربوهیدراتهای محلول در آب پایین و ظرفیت بافری بالا می‌باشد.

جنبه دیگری که موجب سودمندی پلاسیدگی در سیلو کردن است، مقاومت بیشتر باکتریهای تولید کننده اسید لاکتیک نسبت به مقادیر پایین رطوبت نسبت به ارگانوسم‌های کلسترییدیایی نامطلوب می‌باشد. بنابراین علوفه خیلی مرطوب (بالای ۷۰ درصد) نامطلوب است، چرا که حتی اگر pH به ۴ برسد، رشد کلسترییدیایی ممانعت نمی‌شود.

پژمرده کردن بیشتر به محصولات لگومینه و گرس‌های چند ساله محدود می‌شود. غلات معمولاً سطوح رطوبتی مناسب برای سیلو کردن سریع دارند.

۵. شرایط بی‌هوازی

تولید مناسب اسید لاکتیک وابسته به عدم حضور اکسیژن در سیلو می‌باشد که در جای خود توضیح داده شد.

اهمیت ایجاد pH پایین در سیلو

pH اولیه علوفه در زمان برش معمولاً بین ۶-۷ می‌باشد و تنها پس از تأثیر تخمیر سیلویی به ۴ یا پایین‌تر تقلیل می‌یابد. کاهش pH با تولید اسید لاکتیک و دیگر اسیدهای آلی تولید شده توسط باکتریهای تولید کننده اسید لاکتیک تسهیل می‌شود. شرایط رشد کلسترییدیوم‌ها در محصولات سیلو شده با رطوبت بالا و محتوای کربوهیدراتهای محلول در آب پایین، مساعد شده اما فعالیت آنها در pH ۴ یا کمتر ممانعت می‌شود. در محصولات سیلو شده حاوی ۳۰۰ گرم ماده خشک در هر کیلوگرم یا بیشتر فعالیت کلسترییدیایی

خیلی کم رخ خواهد داد. مزیت دیگر کاهش سریع pH، کاهش سرعت تجزیه پروتئین‌های علوفه توسط آنزیمهای پروتئاز گیاهی می‌باشد، چرا که فعالیت این آنزیم‌ها در مقادیر pH زیر ۵ ممانعت می‌شود. با این حال، کاهش pH علوفه تا ۴، تجزیه پروتئین‌ها را در سیلو متوقف نمی‌کند، ولی سرعت آن را بسیار کند می‌کند.

منابع :

۱) دکتر شجاع، م.، دکتر نیکپور ترنانی، ک.، دکتر ساعدی، ه.، دکتر مرادید، ع.، غذای دام و طیور و روشهای نگهداری آنها جلد دوم (اصول تغذیه

دام و طیور)

۲) دکتر ناشی، م.، نوزک‌نما و خوراک‌دادن و جیره‌نویسی، چاپ دوم ۱۳۷۵

- 1- **Brown, D. G. & Valentine, S. C.** (1990). Formaldehyde as a silage additive. Australian Journal of Agriculture **23**, 1093-1100.
- 2- **Dreihuis, F., Spoelstra, S. F., Cole, S. C. J., & Morgan, R.** (1996). Improving aerobic stability by inoculation with Lactobacillus buchnery. Proc. Of the XI Intl. Silage Conf., IGER, Aberystwyth. 106-107.
- 3- Ensminger M.E, Olentine C.G. Feeds and Nutrition Complete First edition (1980).
- 4- Forage maize, a technical guide, ADVANTA Co. Publication .
Kung L. Practical Management Aspects of Corn Silage for Dairy Cattle
- 5- **Froetschel, M. A., Ely, L. O. & Amos, H. E.** (1991). Effects of additives and growth environment on preservation and digestibility of wheat silage to Holstein neifers. Journal of Dairy Science **74**, 546-556.
- 6- **Gordon, H.** (2004). Ensiling process. Government of Alberta. Agriculture, Food and Rural Development.
- 7- **Gozalez-Yanez, M., Henderson, A. R., McGinn, R. & Kerr, W. D.** (1990). The effect of commercial enzymes of grass cellulose and hemicellulose. Proceedhngs the 9th Silage Conference, the University of Newcastle upon Tyne. Pp 19-17.
- 8- **Henderson, A. R., Anderson, D. H., Scott, N. A. & Hunter, E. A.** (1990). A comparison of the nutritive value of silages treated with either a bacterial inoculant/ enzyme or a high level of formic acid. Proceedings of 9th Silage Conference. The University of Newcastle upon Tyne

- 9- **Hinds, M. A., Bolsen, K. K., & Iig, H. J.** (1983). Effects of NPN and inoculant additives on silage quality and feeding value for cattle. *Journal of Animal Science* **57**, (Suppl. 1) 285-286 (Abst).
- 10- **Kung L.** *Practical Management Aspects of Corn Silage for Dairy Cattle*
- 11- **Lauwr J.** *Corn silage yield and quality trade-offs when changing cutting height* . <http://corn.agronomy.wisc.edu>
- 12- **Leaver, J. D. & Hill, J.** (1992). Feeding cattle on whole-crop cereals. In: Whole-crop cereals. Making and Feeding Cereal shlage. (Eds.) J. M. Wilkinson & B. A. Stark. Chalchomble.
- 13- **Limin Kung, Jr.** (2000). Silage fermentation and additives. direct-fed microbial, enzyme & forage additive compendium. Miller Publishing Co. Minnetonka, MN.
- 14- **Linn j.G, Ootherby D.E, Martin N.P.** *Feeding corn silage to dairy cattle* . *Agricultural Extension Service , University of Minesota* .
- 15- **Mayne, C. S. & Steen, R. W. J.** (1990). The effect of formic acid, sulphuric acid and a bacterial inoculant on silage fermentation and the food intake and milk production of lactating dairy cows. Proceeding of 9th Silage Conference. The University of Newcastle upon Tyne. pp 78-78.
- 16- **Mc Donald. Edwards, Green halgh, Morgan,** *Animal Nutrition, 5th edition.* (1995) pp:451-64
- 17- **McDonald, P. & Whittenbury, R.** (1973). The ensiling process. In "Chemistry and Biochemistry Herbage". (G.W. Butter and R. W. Baily, eds), Academic Press, New York, vol **3**, 33-60.
- 18- **McDonald, P.** (1981). *The Biochemistry of silage.* Chichester: John Wiley and Sons.
- 19- **McDonald, P., Proven, M. J. & Henderson, A. R.** (1983). The effect of some pre-ensiling treatments on silage composition and nitrogen disappearance in the rumen. *Animal Feed Science and Technology* **8**, 259-269.
- 20- **Moon, N. J. & Ely, L. O.** (1983). Addition of *Lactobacillus* sp. To aid fermentation of alfalfa, corn,

- soybean and wheat forages. Proceeding of the XIV International Grassland Congress. pp 634.
- 21- **PHillips C.J.C. *Principles of Cattle Production, CAB International Publishing Center (2001) .***
- 22- **PHillip, L. E., Underhill, L. & Garino, H. (1990).** Effect of treating lucerne with an inoculum of lactic acid bacteria or formic acid upon chemical changes during fermentation and upon the nutritive value of the silage. *Grass and Forage Science* **45**, 337-344.
- 23- **Rooke, J. A., Boorman, A. J. & Armstrong, D. G. (1990).** The effect of inoculation with lactobacillus plantarum on fermentation in laboratory silos of herbage low in water soluble carbohydrate. *Grass and Forage Science* **45**, 223-233.
- 24- **Seale, D. R., Henderson, A. R., Pettersson, K. O. & Lowe, F. W. (1986).** The effect of addition of sugar and inoculation with tow commercial inoculants on the fermentation of Lucerne silage in laboratory silos. *Grass and Forage Science* **41**, 61-70.
- 25- **Selgar B. *Mycotoxin Effects on Dairy Cattle***
- 26- **Smith B.p. *Large Animal Internal Medicine, third edition (2002)***
- 27- **Spoelstra, S. F., Courtin, M. G. & Von Beers, J. A. C. (1988).** Acetic acid bacteria can initiate aerobic deterioration of whole crop maize silage. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* **111**, 127-132.
- 28- **Staples E. *Farm measurements for estimating quality and quantity of silage in the bunker silo .*** <http://www.geocities.com/athens/pantheon/9379> (2002) , *Department of Animal Scienses University of Florida, Hague*
- 29- **Watson, D. C. & Nash, M. J. (1960).** The conservation of grass and herbage crops. Oliver and Boyd. Edinburgh.
- 30- **Wheaton H.N, Martz F, Meinershagen F, Sewell H. *Corn Silage. Agricultural Publication GO4590-Reviewed October,1993.*** from <http://muextension.missouri.edu/xplor/agguides/crops/go4590.htm>